







INFORME DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

PARTÍCULAS MENORES A DIEZ MICRÓMETROS (PM_{10})

PROYECTO “MINA DE COBRE PANAMÁ”

PREPARADO PARA

MINERA PANAMÁ, S.A.









OCTUBRE, 2013

Informe del Monitoreo de Calidad de Aire
(Partículas Menores a Diez Micrómetros (PM_{10}))

Proyecto

“Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:



Elaborado por:



Octubre, 2013

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIPROCA-AA-003-2012	Azalia Robolt	Roy Quintero	Ceferino Villamil

Índice

1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVO GENERAL 5
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5
4. ASPECTO METODOLÓGICO 5
4.1. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN 7
5. RESULTADOS 8
6. DISCUSIÓN 12
7. CONCLUSIONES 25
8. RECOMENDACIONES 26
9. BIBLIOGRAFÍA 26
ANEXOS 28
ANEXO 1 DATA GENERADA POR LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN 29
ANEXO 2 ÍNDICE ORAQI-ICAIRE 37
ANEXO 3 CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS 38

1. Introducción

Los contaminantes del aire son sustancias que cuando están presentes en la atmósfera, afectan de manera adversa la salud de los humanos, animales y plantas o vida microbiana; dañan materiales o interfieren con el disfrute de la vida (Henry y Heinke 1999).

Las partículas totales en suspensión (PTS) y las partículas menores a diez micrómetros (PM_{10}), pueden ser consideradas contaminantes del ambiente, lo cual está definido como todo agente físico, químico o biológico, capaz de alterar las condiciones del ambiente en el centro de trabajo, y que por su naturaleza, propiedades, concentración y tiempo de exposición, pueden alterar la salud de los trabajadores (Henry y Heinke 1999).

Dichas condiciones del ambiente de trabajo pueden ser perturbadas por la generación de partículas, producto de la fragmentación de sustancias sólidas o líquidas; ya sea por procesos físicos o mecánicos, además de los polvos que son partículas sólidas susceptibles a dispersarse o suspenderse en el aire, que son producto de la trituración, corte, taladro, esmerilado, impacto, pulverizado, cepillado, lijado, detonación o desintegración de materiales orgánicos e inorgánicos (MICI- DGNTI 2001).

Las partículas que permanecen suspendidas en la atmósfera durante prolongados períodos, se encuentran predominantemente en la gama de tamaños comprendida entre 0.1 y 10 µm. El tamaño de las partículas es un factor muy importante en la determinación de los efectos sobre la salud, ya que estas pueden quedar atrapadas en las vías respiratorias (Echeverri y Maya 2008).

Este documento corresponde al Séptimo Informe de Monitoreo de Calidad de Aire que se realizó en las zonas donde se ejecutan los trabajos de movimiento de tierra del Proyecto "Mina de Cobre Panamá", específicamente en la Poza de sedimentación 2, Camino de acceso al Workshop, Cantera Botija, Depósito de material estéril- Laydown, Depósito de material estéril-Colina, Sitio Planta, Cantera-Punta Rincón, Poza de Sedimentación 4 y Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez, con la finalidad de conocer las concentraciones de

Partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) a las que están expuestos los trabajadores del Proyecto.

2. Objetivo general

Determinar y evaluar las concentraciones de las Partículas Menores a 10 Micrómetros (PM_{10}), a las que se exponen los trabajadores del Proyecto "Mina de Cobre Panamá" y los habitantes de la vivienda más cercana al Proyecto "Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez".

3. Objetivos específicos

- Identificar las actividades generadoras de partículas.
- Medir los niveles de PM_{10} en las áreas del Proyecto "Mina de Cobre Panamá".
- Realizar el monitoreo de PM_{10} en la vivienda más cercana al área de influencia del Proyecto "Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez".
- Analizar y comparar los resultados de las mediciones con los niveles máximos permisibles que establecen las normas de referencia Organización Mundial de la Salud (OMS), Oack Ridge Air Quality Index (ORAQI[1]), a través del índice de calidad del aire (ICAIRE) y el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente para la República de Panamá.

4. Aspecto metodológico

Dentro del Proyecto "Mina de Cobre Panamá", se realizaron inspecciones en las áreas donde se desarrollaban los trabajos de movimiento de tierra, específicamente en Poza de sedimentación 2, Camino de acceso al Workshop, Cantera Botija, Depósito de material estéril-

[1] El ORAQI es uno de los índices más importantes de calidad de aire que evalúa la concentración media de los cinco contaminantes principales (NO_2, SO_2, CO, Pb y CxH_Y). Este índice se puede generalizar incluyendo otros productos contaminantes de esta manera podemos definir un índice de calidad aire (ICAIRE) que incluye otros contaminantes como PM_{10}, PTS y CL_2. El rango de valorización se mide en % y va desde 0% (Calidad de aire con serias amenazas de toxicidad y 100% (Calidad de aire excelente). La unidad que aplica para este ICAIRE es $\mu g/m^3$.

Laydown, Depósito de material estéril-Colina, Sitio Planta, Cantera-Punta Rincón, Poza de Sedimentación 4 y Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez.

Para medir la concentración de partículas menores a diez micrómetros (PM_{10}) se realizó lo siguiente:

- Se establecieron los puntos de monitoreo para realizar la toma de datos, considerando la cercanía a la fuente o las actividades generadoras de partículas.
- Desarrollo de los monitoreos por un periodo de 5, 8 y 24 horas.

Para el monitoreo de calidad de aire en ambientes laborales, se utilizó como referencia, la metodología establecida en la Norma NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), específicamente el método NIOSH 0600.

Para los monitoreos se utilizó el Microdust Pro (marca Casella) calibrado con un adaptador para el filtro de espuma de poliuretano (filtro para PM_{10}); además, se le instaló una bomba de succión[2] Apex. El Microdust Pro se colocó en un trípode a una altura de 1.5 metros, en dirección a la fuente generadora de partículas desde el nivel de suelo (Ver Certificado de Calibración en el Anexo 3).

Los monitoreos de calidad de aire en ambientes laborales, se realizaron en aquellas áreas donde se realizaba movimiento de tierra. Los resultados obtenidos se comparan con los límites máximos permisibles que establece el Reglamento Técnico DGNTI[3]-COPANIT[4] 43-2001 (CPT: 5 mg/m^3 para 8 horas de exposición y CCT: 10 mg/m^3 para una exposición a corto tiempo).

El resultado del monitoreo de calidad de aire ambiental de 24 horas (Method EPA-Appendix J to part 50), realizado en la casa más cercana (Familia Torres) al área de la Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez, se compara con los límites máximos permisibles que sugiere la Organización Mundial de la Salud (OMS), Oack Ridge Air Quality Index

[2] Bomba de succión: Bomba portátil de muestreo de aire. Rango de caudal 5 ml/min a 5 l/min.
[3] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial.
[4]COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Tecnología.

(ORAQI[1]), a través del índice de calidad del aire (ICAIRE) y el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente para la República de Panamá.

4.1. Especificaciones de los equipos de medición

En la Tabla 1 se presenta la información general de los equipos que se utilizaron para los monitoreos.

Tabla 1. Descripción de los equipos de monitoreo de partículas

Información Técnica	
Equipo empleado	Microdust Pro-Casella (PM_{10})
Serie	2411086
Fecha de la última calibración	5 de agosto de 2013
Norma aplicada	CPT[5]: 5 mg/m^3 CCT[6]: 10 mg/m^3 Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001.
	Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente para la República de Panamá. Oak Ridge Air Quality Index (ORAQI) - Índice de Calidad de Aire (ICAIRE). Organización Mundial de la Salud (OMS).
Días de las mediciones	16 al 26 de agosto del 2013
Nombres de los técnicos	Azalia Robolt y Francisco Bernal

Fuente: Especificaciones de los equipos técnicos y data de trabajo de campo. CODESA, 2013. (Ver los Certificados de calibración en el Anexo 3).

[5] CPT: Concentración promedio ponderada en el tiempo para 8 horas de exposición.
[6] CCT: Concentración para exposición a corto tiempo. En el cual no debe ser excedido de 15 min, hasta 4 veces por jornada y con períodos de falta de exposición, al menos 1 hora entre dos exposiciones sucesivas.

5. Resultados

En la Tabla 2 se muestran los datos de las mediciones efectuadas en las diferentes áreas del Proyecto (Ver Anexo 1 Data generada por los equipos de medición).

Tabla 2. Datos de las mediciones efectuadas en las diferentes áreas del Proyecto

Área	Hora y fecha	Coordenadas	Parámetro	Área de exposición
Poza de sedimentación 2	9:11 a.m. 16-10-13	0537892 E 0976138 N	PM_{10}	Movimiento de tierra
Camino de acceso al workshop	9:50 a.m. 17-10-13	0538594 E 0983011 N	PM_{10}	Movimiento de tierra
Cantera Botija	9:35 a.m. 18-10-13	0538522 E 0977395 N	PM_{10}	Movimiento de tierra
Depósito de material estéril- Laydown	7:38 a.m. 19-10-13	0538827 E 0977838 N	PM_{10}	Movimiento de tierra
Depósito de material estéril-Colina	8:42 a.m. 20-10-13	0537403 E 0976275 N	PM_{10}	Movimiento de tierra
Sitio Planta	8:18 a.m. 21-10-13	0539547 E 0978148 N	PM_{10}	Movimiento de tierra
Cantera-Punta Rincón	8:51 a.m. 22-10-13	0533816 E 0995608 N	PM_{10}	Movimiento de tierra
Poza de sedimentación 4	8:12 a.m. 24-10-13	0539232 E 0977632 N	PM_{10}	Movimiento de tierra
Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez	2:00 p.m. 25-10-13 y 26-10-13	0532867 E 0906208 N	PM_{10}	Trabajos de instalación de estructuras para el control de erosión

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2013.

En la Tabla 3 se comparan los resultados de las mediciones de PM_{10} y los límites permisibles que establece la norma panameña para 5 y 8 horas de exposición.

Tabla 3. Comparación entre los resultados del monitoreo de PM_{10} y el límite permisible que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001

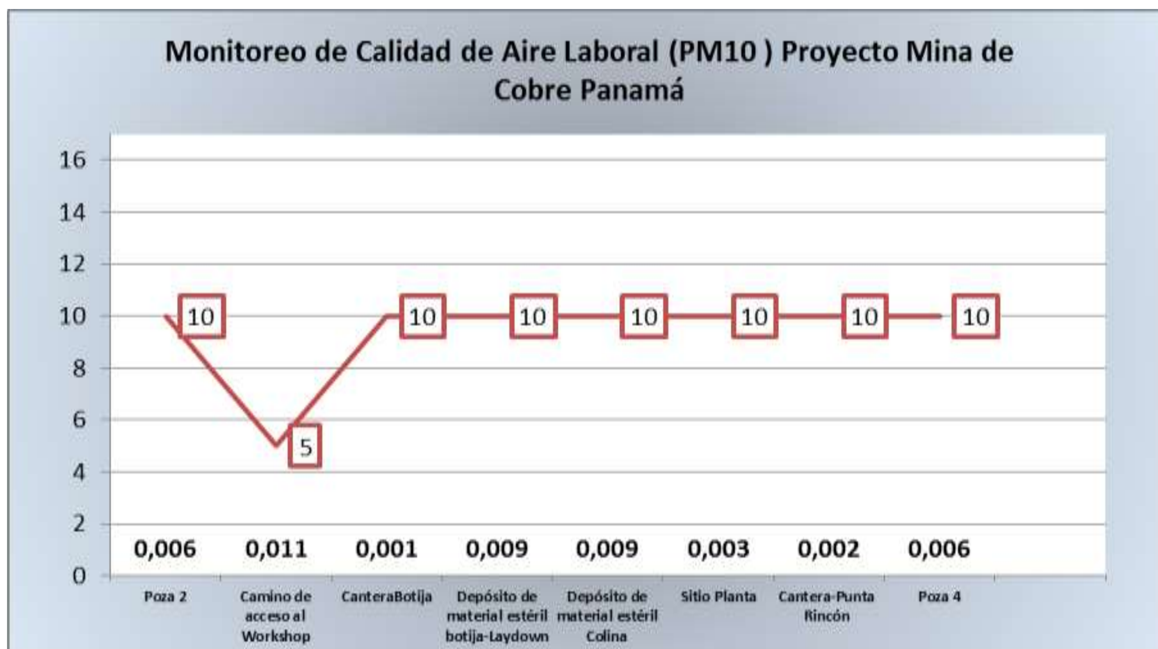
Área	Parámetro	Horas muestreadas	Resultado mg/m^3	Norma Nacional[7] (CPT; CCT mg/m^3[8])
Poza de sedimentación 2	**PM_{10}**	8 horas	0.006	10
Camino de acceso al workshop	**PM_{10}**	5 horas	0.011	5
Cantera Botija	**PM_{10}**	8 horas	0.001	10
Depósito de material estéril- Laydown	**PM_{10}**	8 horas	0.009	10
Depósito de material estéril-Colina	**PM_{10}**	8 horas	0.009	10
Sitio Planta	**PM_{10}**	8 horas	0.003	10
Cantera-Punta Rincón	**PM_{10}**	8 horas	0.002	10
Poza de sedimentación 4	**PM_{10}**	8 horas	0.006	10

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2013.

En la Gráfica 1 se muestran los resultados de las mediciones en comparación con los límites máximos permisibles que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001

[7] Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001
[8] mg/m^3 miligramos aproximados de partículas por metro cúbico.

Gráfica 1. Resultados de las mediciones en comparación con el valor normado



Fuente: CODESA, 2013. (Línea roja: Referencia de la Norma Nacional (CPT; CCT mg/m^{3}[9])

En la Tabla 4 y en la Gráfica 2 se presenta la comparación entre el resultado de PM_{10} y el límite máximo permisible que establece la Norma de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente para la República de Panamá, para una medición 24 horas. La unidad en que se expresan los resultados en los equipos de medición es mg/m^3; sin embargo, para poder compararlos con las normas de referencia se hizo la conversión de unidades a µg/m^3.

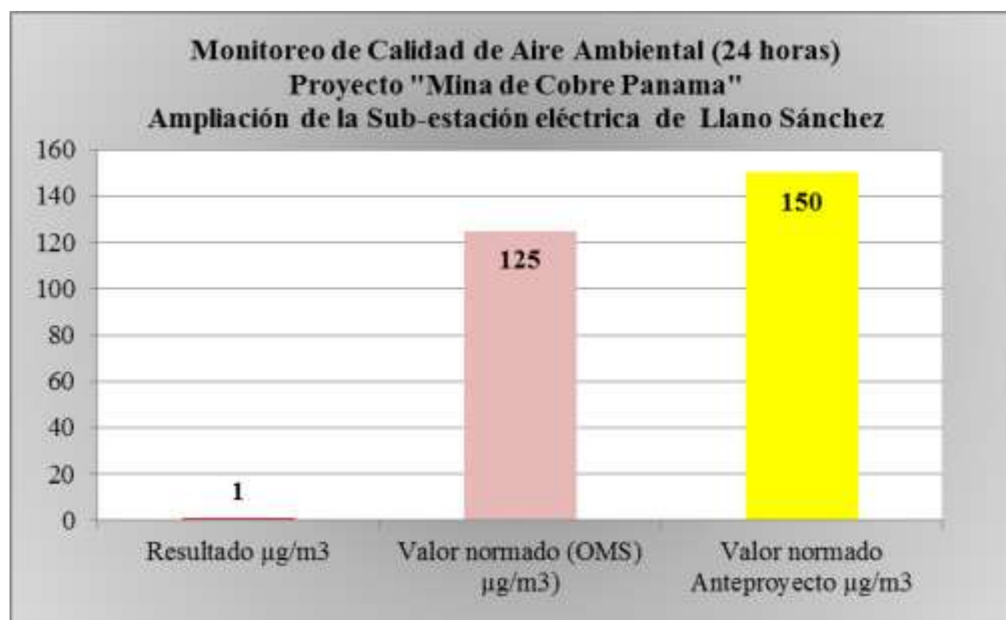
[9] mg/m^3 miligramos aproximados de partículas por metro cúbico.

Tabla 4. Comparación entre el resultado obtenido y los límites máximos permisibles que establecen las normas de referencias en un monitoreo por 24 horas)

Área	**Parámetro**	**Horas muestreadas**	**Resultado μg/m^3**	**Norma internacional (OMS) μg/m^3**	**Anteproyecto nacional μg/m^3**
Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (Flia. Torres)	**PM_{10}**	24 horas	1	125	150

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2013. Leyenda: El resultado del monitoreo es el promedio de las tres (3) mediciones de 8 horas, expresadas en μg/m^3.

Grafica 2. Resultado de la medición de 24 horas en comparación con los valores normados



Fuente: CODESA, 2013.

En la Tabla 5 se presenta el resultado del monitoreo de 24 horas y el porcentaje de la calidad del aire ambiental, según el Oack Ridge Air Quality Index (ORAQI-ICAIRE).

Tabla 5. Resultado del monitoreo y el porcentaje de la calidad del aire (24 Horas)

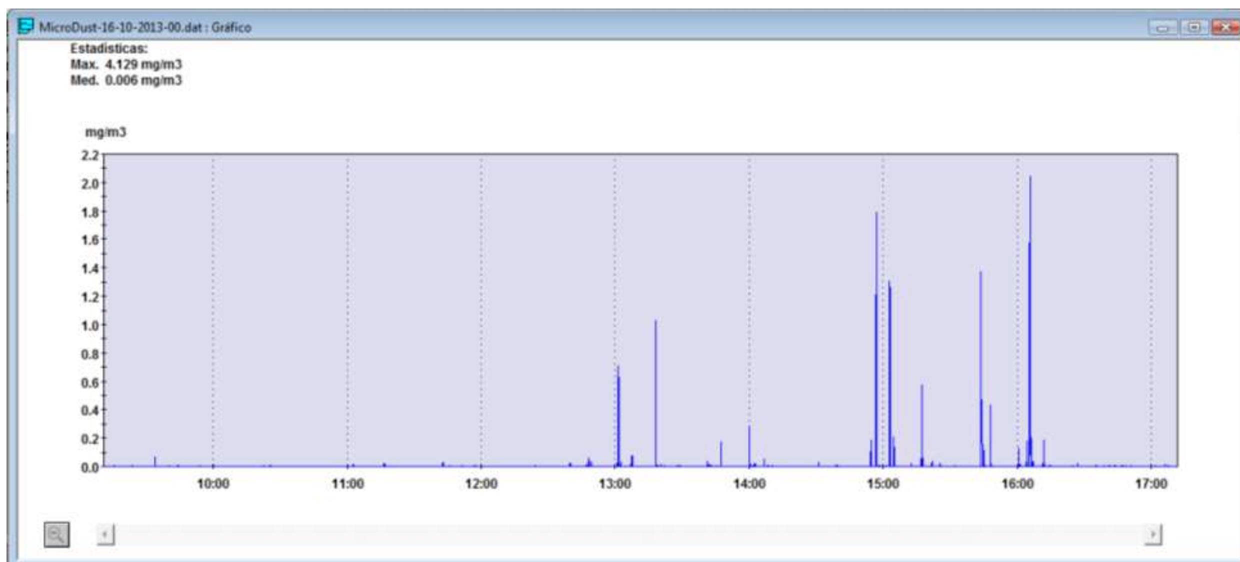
Área	Parámetro	Horas muestreadas	Resultado µg/m^3	ORAQI-ICAIRE (%)[10]
Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (Familia Torres).	**PM_{10}**	24 horas	1	100

Fuente: CODESA, 2013. Ver Anexo 1.3. Índice ORAQI-ICAIRE.

6. Discusión

- La concentración de partículas menores a 10 micras (PM_{10}) realizado en el área de la Poza de Sedimentación 2 registró valores (0.006 mg/m^3) por debajo de la concentración máxima permisible de 10 mg/m^3 establecida en la norma de referencia(Ver Tabla 3, Gráfica 3 e Imágenes 1 y 2).

Gráfica 3. Data generada durante las 8 horas de monitoreo en el área de construcción de la Poza de Sedimentación 2



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.

[10] Oack Ridge Air Quality Index (ORAQI) - Índice de calidad de aire (ICAIRE), se manifiesta en %.





Imágenes 1 y 2. Monitoreo de PM_{10} en el área de construcción de la Poza de Sedimentación 2 (0537892 E; 0976138 N)

En la poza de sedimentación 2 se identificaron fuentes generadoras de partículas como la remoción de tosca y el tránsito de camiones articulados (Ver Imágenes 3. y 4).

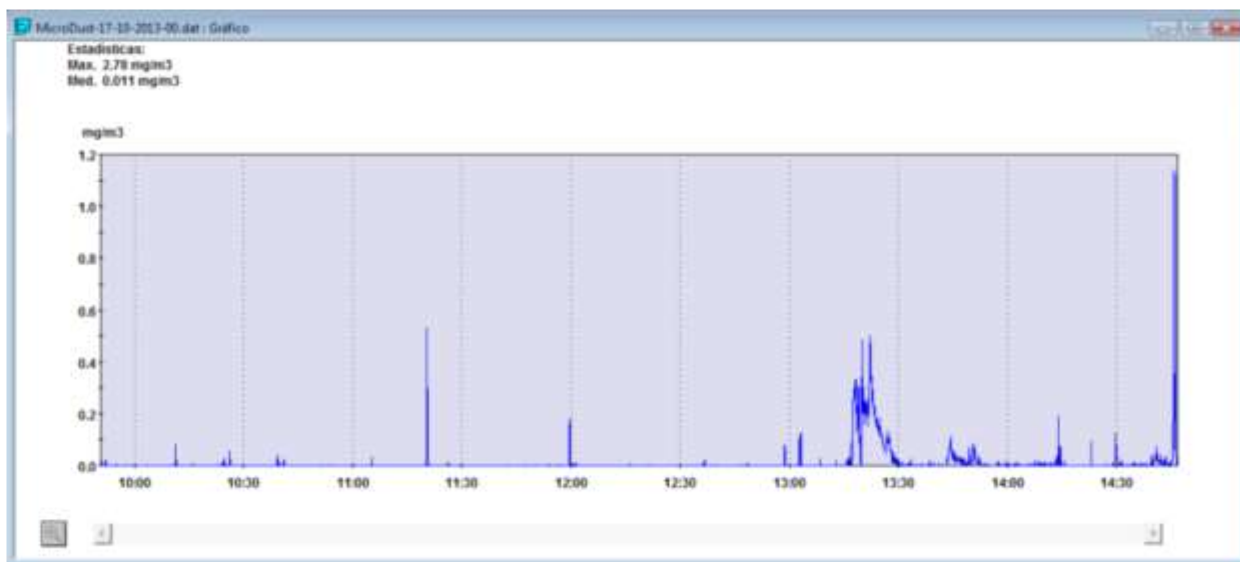




Imágenes 3 y 4. Fuentes generadoras de partículas en el área de construcción del Poza de Sedimentación 2 (0537892 E; 0976138 N)

- La medición efectuada en el Camino de acceso al workshop realizada durante 5 horas registró una concentración de 0.011 mg/m^3, la cual se encuentra por debajo del valor máximo establecido en la norma para cortos periodos de medición (5 mg/m^3) (Ver Tabla 3. y Gráfica 4). Cabe señalar que la medición se suspendió por las lluvias que se presentaron durante la misma (Ver imágenes 5 y 6)

Gráfica 4. Data generada durante las 5 horas de medición en el Camino de Acceso al Workshop



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.





Imágenes 5 y 6. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) en el Camino de Acceso al Workshop (0538594 E; 0983011 N)

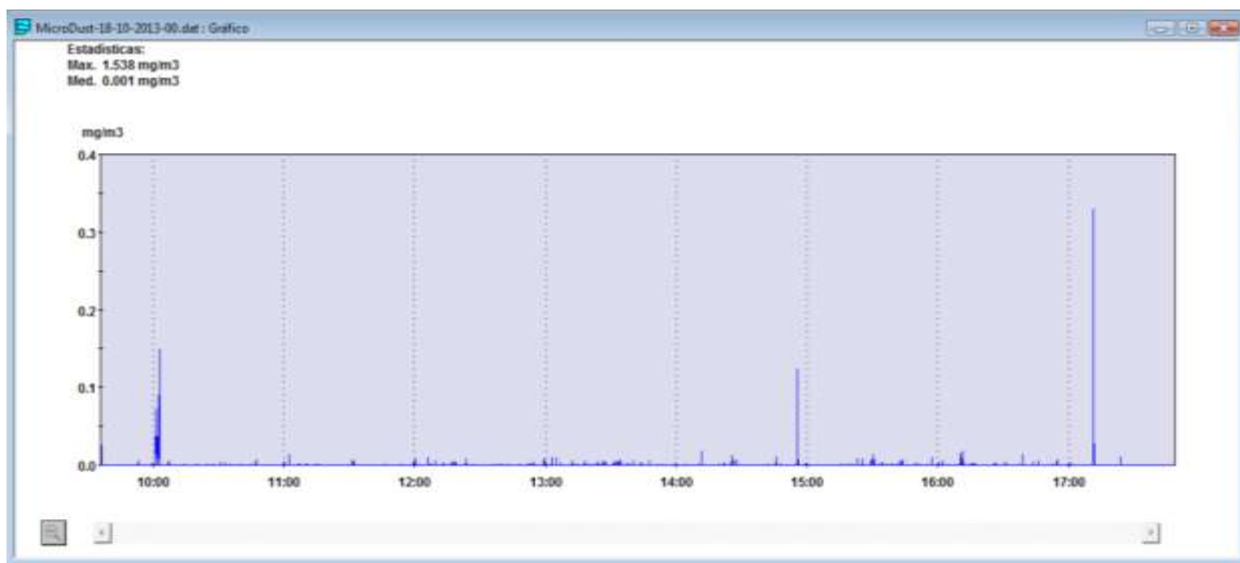




Imágenes 7 y 8 Camiones articulados y tractores como fuentes generadoras de partículas (0538594 E; 0983011 N)

- La medición efectuada en la Cantera Botija registró una concentración de PM_{10} de 0.01 mg/m^3, valor que se encuentra por debajo de la concentración máxima que permite la norma de referencia (Ver Tabla 3., Gráfica 5 e Imágenes 9 y 10).

Gráfica 5. Data generada durante las 8 horas de medición en Cantera Botija



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.




Imágenes 9 y 10. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) en Cantera Botija (0538522 E; 0977395 N)

Entre las fuentes generadoras de polvo observadas en este punto de monitoreo están la cargadora, camiones articulados, camiones volquetes, pick up y buses que transitan constantemente por la zona (Ver Imágenes 11 y 12).

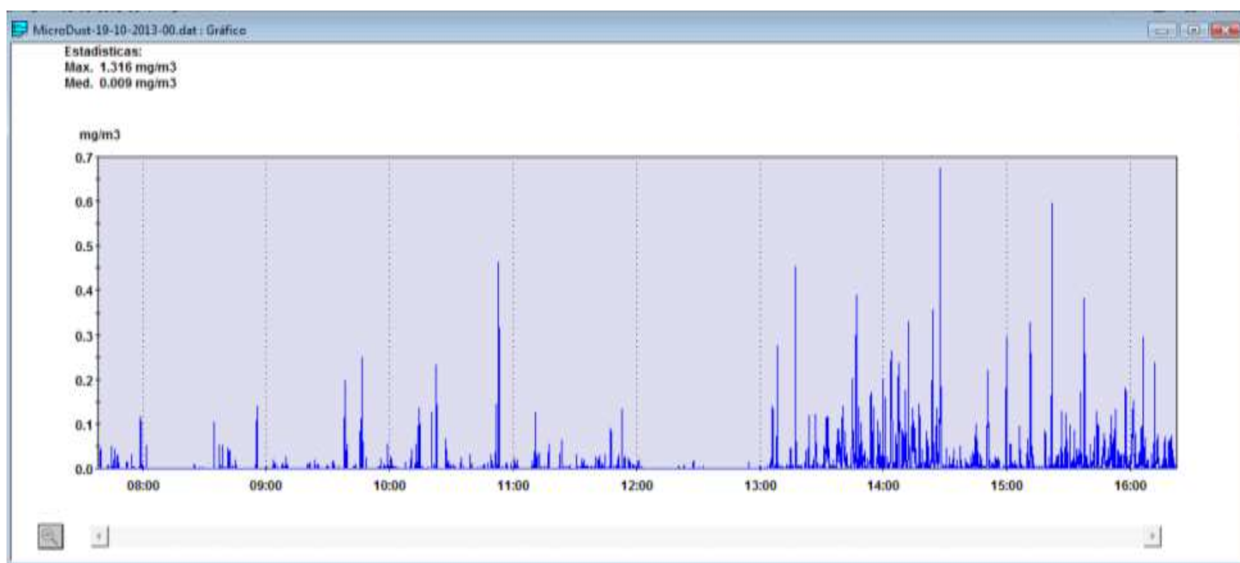




Imágenes 11 y 12. Fuentes generadoras de partículas en Cantera Botija (0538522 E; 0977395 N)

- La concentración de partículas menores a 10 micras (PM_{10}) registrada en el Depósito de material estéril- Laydown registró 0.009 mg/m^3, lo cual se mantiene por debajo del límite máximo permisible que establece el Anteproyecto Nacional de Referencia (Ver Tabla 3, imágenes 13 y 14).

Gráfica 1.6. Data generada durante las 8 horas de medición en el Depósito de material estéril-Laydown



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.





Imágenes 13 y 14. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) en el Depósito de material estéril-Laydown (0538827 E; 0977838 N)

Las fuentes generadoras de partículas en este sitio fueron los camiones articulados, retroexcavadoras y la pala hidráulica (Ver imágenes 15 y 16).

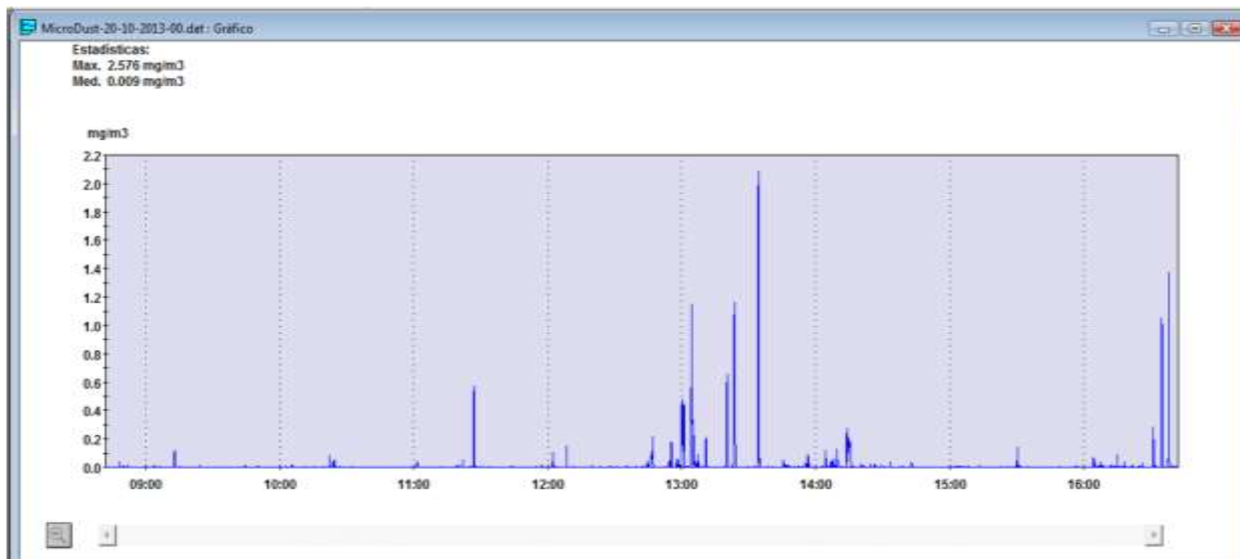




Ver imágenes 15 y 16. Fuentes generadoras de partículas en el Depósito de material estéril-Laydown (0538827 E; 0977838 N)

- La medición realizada en el Depósito de material estéril- Colina registro un valor inferior al límite máximo permisible que establece el Anteproyecto Nacional de Referencia, tal como se muestra en la Tabla 3 y en la Gráfica 7.

Gráfica 7. Data generada durante las 8 horas de medición en el Depósito de material estéril-Colina



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.



Imagen 17. Equipo de monitoreo de calidad de aire en el Depósito de material estéril- Colina (0537403 E; 0976275 N)

Las fuentes generadoras de partículas en este sitio fueron los camiones articulados y la pala hidráulica.

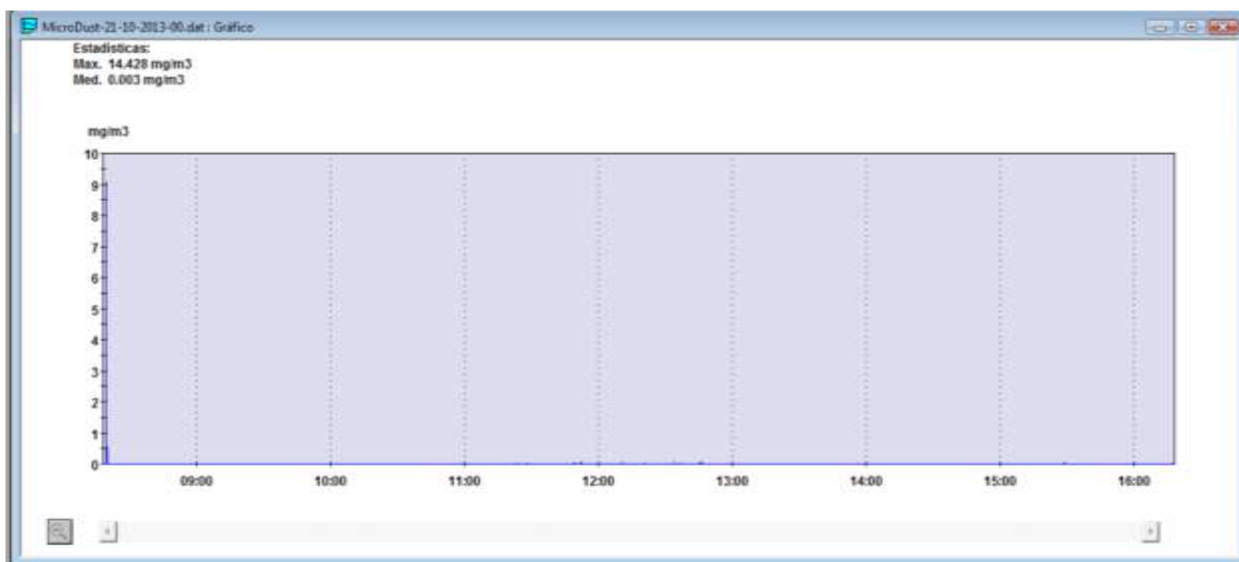




Imágenes 18 y 19. Fuentes generadoras de partículas en el Depósito de material estéril- Colina (0537403 E; 0976275 N)

- La medición efectuada en Sitio Planta registró una concentración de partículas de 0.003 mg/m^3, valor que se encuentra por debajo de la concentración máxima que permite la norma de referencia (Ver Tabla 3., Gráfica 8 e Imágenes 20 y 21).

Gráfica 1.8. Data generada durante las 8 horas de medición en Sitio Planta



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.




Imágenes 22 y 23. Equipo de medición en el Sitio Planta (0539547 E; 0978148 N)

En el área de sitio planta se identificaron como fuentes generadoras de partículas el tránsito constante de camiones articulados (Ver imágenes 24 y 25).





Imágenes 24 y 25. Fuentes generadoras de partículas de polvo en el Sitio Planta (0539547 E; 0978148 N)

- La medición realizada en la Cantera-Punta Rincón reflejó 0.002 mg/m^3, por lo tanto se encuentra por debajo de la concentración máxima que permite la norma de referencia (Ver Tabla 3., Gráfica 9 e Imagen 26).

Gráfica 9. Data generada durante las 8 horas de medición en Cantera- Punta Rincón



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.



Imagen 1.26 Equipo de medicion en la Cantera- Punta Rincón (0533816 E; 0995608 N)

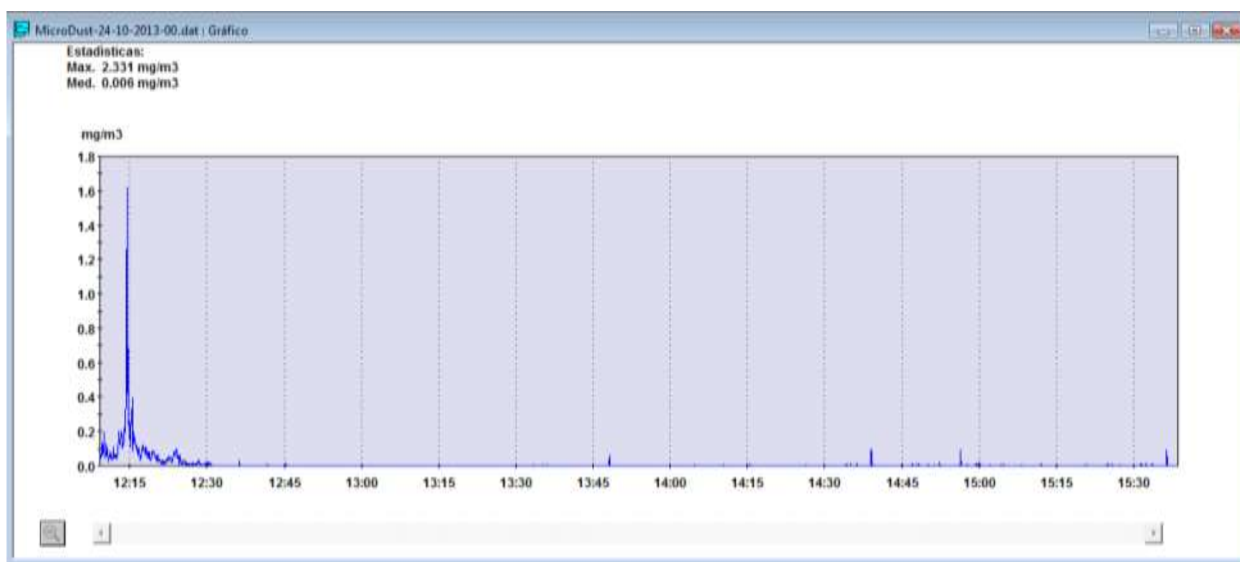
Las fuentes generadoras de polvo identificadas en el sitio fueron la pala hidraulica y los camiones articulados (Ver Imagen 27).



Imagen 27. Fuentes generadoras de polvo en la Cantera-Punta Rincón (0533816 E; 0995608N)

- La medición efectuada en Poza de Sedimentación 4 registró una concentración de partículas menores a 10 micras de 0.006 mg/m^3, valor que se encuentra por debajo de la concentración máxima que permite la norma de referencia (Ver Tabla 3., Gráfica 6 e Imágenes 28 y 29).

Gráfica 10. Data generada durante las 8 horas de medición en la Poza de Sedimentación 4



Fuente: Datos del software. CODESA, 2013.



Imagen 28. Equipo de medición en el Poza de Sedimentación 4 (0539232 E; 0997632 N)

Los camiones articulas fueron las fuentes generadoras de partículas en este sitio.



Imagen 29. Fuentes generadoras de partículas en la Poza de sedimentación 4 (0539232 E; 0977632 N)

- Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (24 horas).

El resultado del monitoreo de 24 horas realizado en la vivienda más cercana (Familia Torres) al Proyecto de Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (Ver Imágenes 30 y 31), registró un valor inferior al límite máximo permisible que establece la Norma internacional (OMS) y el Anteproyecto Nacional de Referencia, tal como se muestra en la Tabla 4 y en la Gráfica 2.

Entre las fuentes generadoras de partículas se encuentran el tránsito de autos y camiones en las vías cercanas.





Imágenes 30 y 31. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) cerca de la Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez (0532867 E; 0906208 N)

La Tabla 5 indica que el índice de la calidad del aire alrededor de la casa más cercana al Proyecto (Familia Torres), se encuentra en un 100%, es decir que la calidad de aire es buena en el área, según el ORAQI-ICAIRE (Ver Anexo 3).

7. Conclusiones

- Los resultados de la concentración de partículas efectuadas en los sitios en Poza de sedimentación 2, Camino de acceso al Workshop, Cantera Botija, Depósito de material estéril- Laydown, Depósito de material estéril-Colina, Sitio Planta, Cantera-Punta Rincón y Poza de Sedimentación 4, registraron valores por debajo del límite máximo permisible que establece el Reglamento Técnico DGNIT-COPANIT 43-2001; por lo cual las concentraciones de PM10 en el aire no representan riesgos a salud de los trabajadores del Proyecto.
- En cuanto a la medición realizada en la vivienda de la Familia Torres, los resultados indican que los trabajos de la Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez, no afectan la calidad del aire ya que presenta un 100% de calidad de aire de acuerdo a lo establecido en el índice de ORAQI-ICAIRE.

8. Recomendaciones

- Continuar con el rociado constantes de los suelos, para reducir las partículas en el entorno laboral.
- Reforzar la supervisión el uso correcto de los equipos de protección respiratoria por el personal que labora en el Proyecto.
- Seguir con las capacitaciones de salud y seguridad ocupacional a los colaboradores del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”.
- Continuar con los monitoreos de calidad de aire que se requieren para este Proyecto.

9. Bibliografía

- BM (Banco Mundial). 2007. Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad para el sector minero. Corporación Financiera Internacional del BM. 40 p.
- Echeverri L, CA; Maya V, GJ. 2008. Relación entre las Partículas finas (PM2.5 y respirables (PM10) en la ciudad de Medellín. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Colombia. Vol. 7, No. 12, pág. 23-42.
- Henry, JG; Heinke, GW. 1999. Ingeniería Ambiental. 2da. Edición. Pearson Prentice Hall, México. 788 p.
- MICI - DGNTI. (Ministerio de Comercio e Industrias - Dirección General de Normas y Tecnología Industrial). 2001. Reglamento Técnico DGNT-COPANIT 43-2001. Higiene y seguridad industrial. Condiciones de higiene y seguridad para el control de la

- contaminación atmosférica en ambientes de trabajo producida por sustancias químicas. República de Panamá.

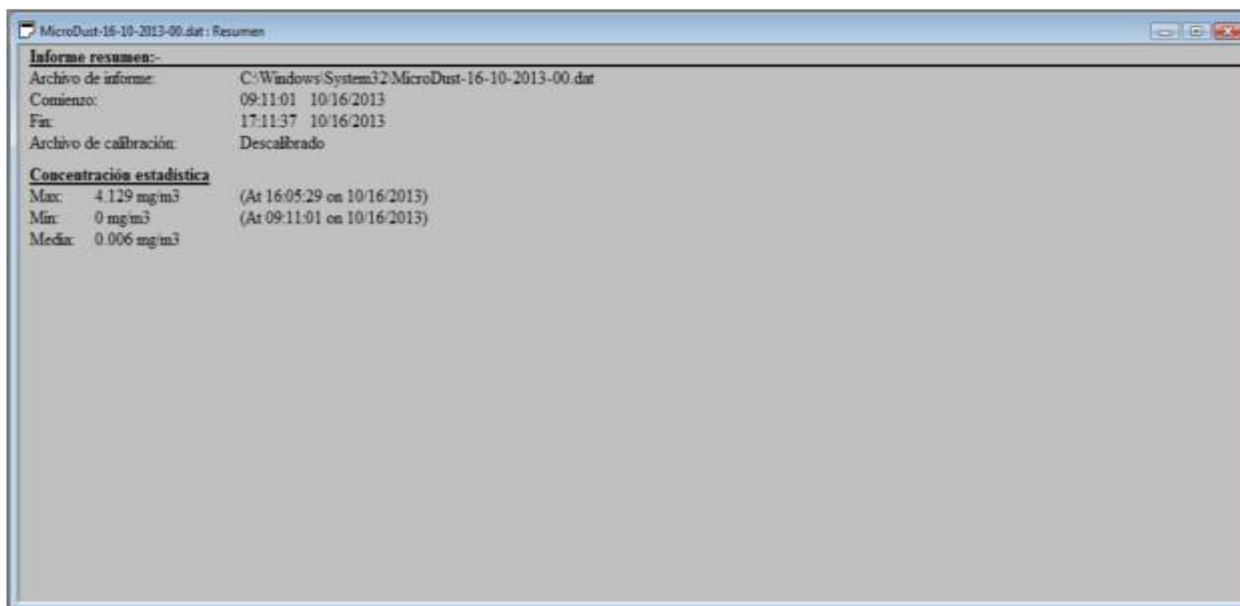
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. Las directrices sobre la calidad del aire en la protección de la Salud Pública. Disponible en: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html.

Anexos

Anexo 1

Data generada por los equipos de medición

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Poza de Sedimentación 2



MicroDust-16-10-2013-00.dat : Resumen

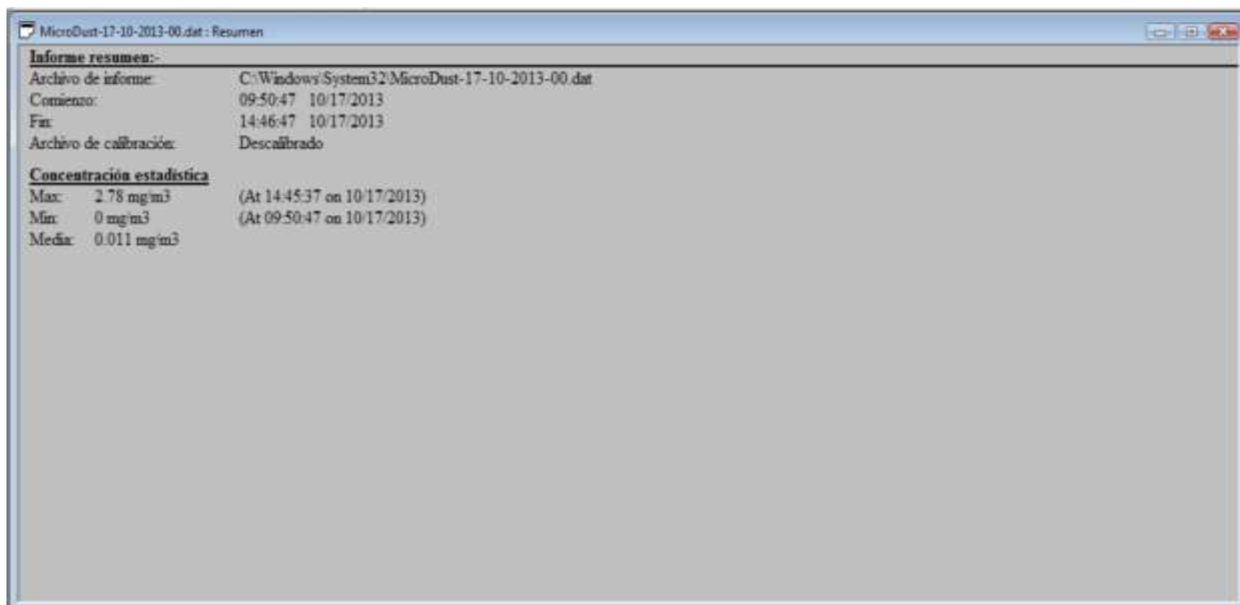
Informe resumen:-

Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-16-10-2013-00.dat
Comienzo:	09:11:01 10/16/2013
Fin:	17:11:37 10/16/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

Concentración estadística

Max:	4.129 mg/m3	(At 16:05:29 on 10/16/2013)
Min:	0 mg/m3	(At 09:11:01 on 10/16/2013)
Media:	0.006 mg/m3	

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Camino de acceso al Workshop



MicroDust-17-10-2013-00.dat : Resumen

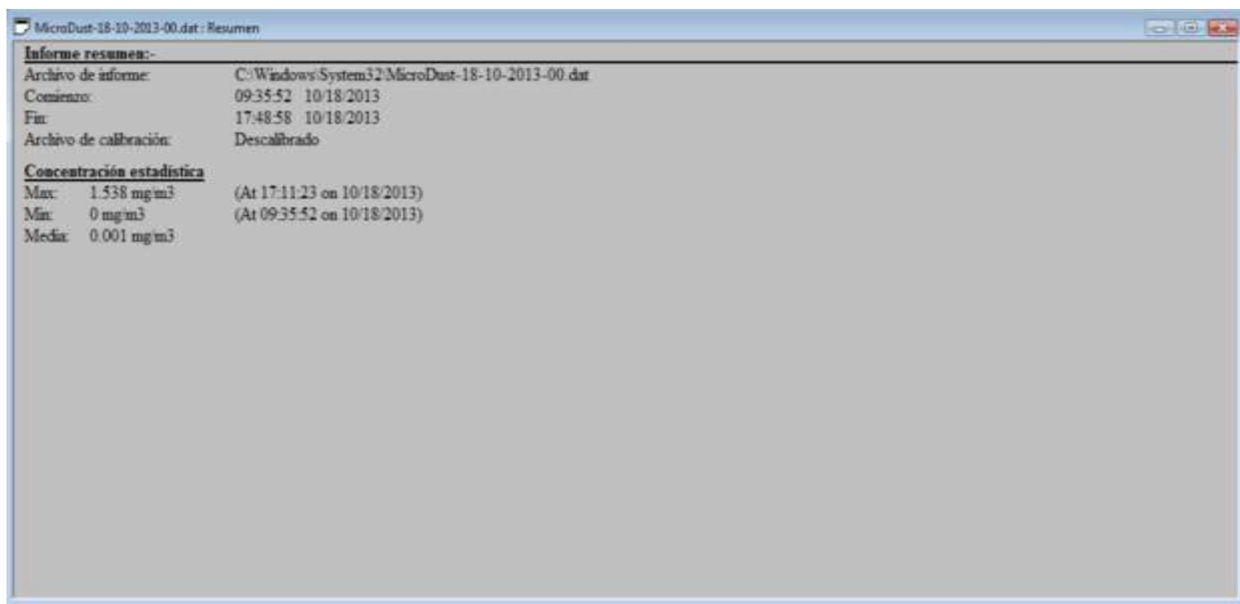
Informe resumen:-

Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-17-10-2013-00.dat
Comienzo:	09:50:47 10/17/2013
Fin:	14:46:47 10/17/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

Concentración estadística

Max:	2.78 mg/m3	(At 14:45:37 on 10/17/2013)
Min:	0 mg/m3	(At 09:50:47 on 10/17/2013)
Media:	0.011 mg/m3	

Resultado del monitoreo de PM_{10}–Cantera Botija


MicroDust-18-10-2013-00.dat : Resumen

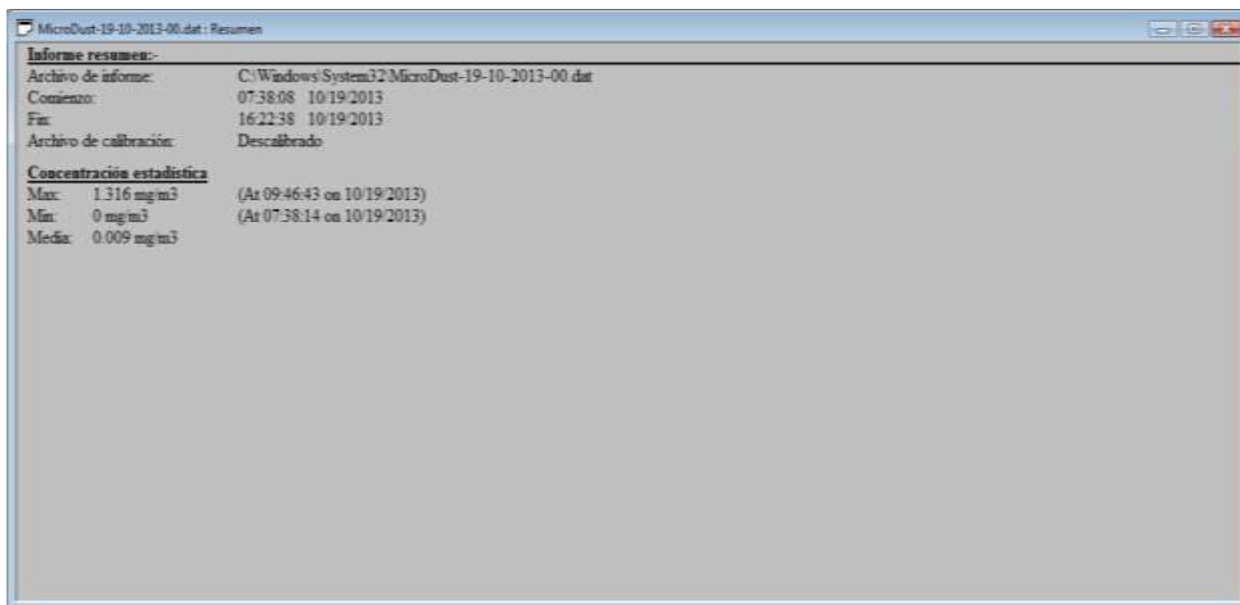
Informe resumen:-

Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-18-10-2013-00.dat
Comienzo:	09:35:52 10/18/2013
Fin:	17:48:58 10/18/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

Concentración estadística

Max:	1.538 mg/m3	(At 17:11:23 on 10/18/2013)
Min:	0 mg/m3	(At 09:35:52 on 10/18/2013)
Media:	0.001 mg/m3	

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Depósito de material estéril- Laydown


MicroDust-19-10-2013-00.dat : Resumen

Informe resumen:-

Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-19-10-2013-00.dat
Comienzo:	07:38:08 10/19/2013
Fin:	16:22:38 10/19/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

Concentración estadística

Max:	1.316 mg/m3	(At 09:46:43 on 10/19/2013)
Min:	0 mg/m3	(At 07:38:14 on 10/19/2013)
Media:	0.009 mg/m3	

Resultado del monitoreo de PM_{10}– Depósito de material estéril-Colina

MicroDust-20-10-2013-00.dat : Resumen

Informe resumen:-

Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-20-10-2013-00.dat
Comienzo:	08:42:10 10/20/2013
Fin:	16:42:10 10/20/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

Concentración estadística

Max:	2.576 mg/m3	(At 13:34:20 on 10/20/2013)
Min:	0 mg/m3	(At 08:42:10 on 10/20/2013)
Media:	0.009 mg/m3	

Resultado del monitoreo de PM_{10}–Sitio Planta

MicroDust-21-10-2013-00.dat : Resumen

Informe resumen:-

Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-21-10-2013-00.dat
Comienzo:	08:18:05 10/21/2013
Fin:	16:18:11 10/21/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

Concentración estadística

Max:	14.428 mg/m3	(At 08:19:27 on 10/21/2013)
Min:	0 mg/m3	(At 08:18:05 on 10/21/2013)
Media:	0.003 mg/m3	

Resultado del monitoreo de PM_{10}–Cantera-Punta Rincón

MicroDust-22-10-2013-00.dat : Resumen

Informe resumen:-

Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-22-10-2013-00.dat
Comienzo:	08:51:20 10/22/2013
Fin:	15:20:44 10/22/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

Concentración estadística

Max:	1.503 mg/m3	(At 08:52:31 on 10/22/2013)
Min:	0 mg/m3	(At 08:51:20 on 10/22/2013)
Media:	0.002 mg/m3	

Resultado del monitoreo de PM_{10}–Poza de Sedimentación 4

MicroDust-24-10-2013-00.dat : Resumen

Informe resumen:-

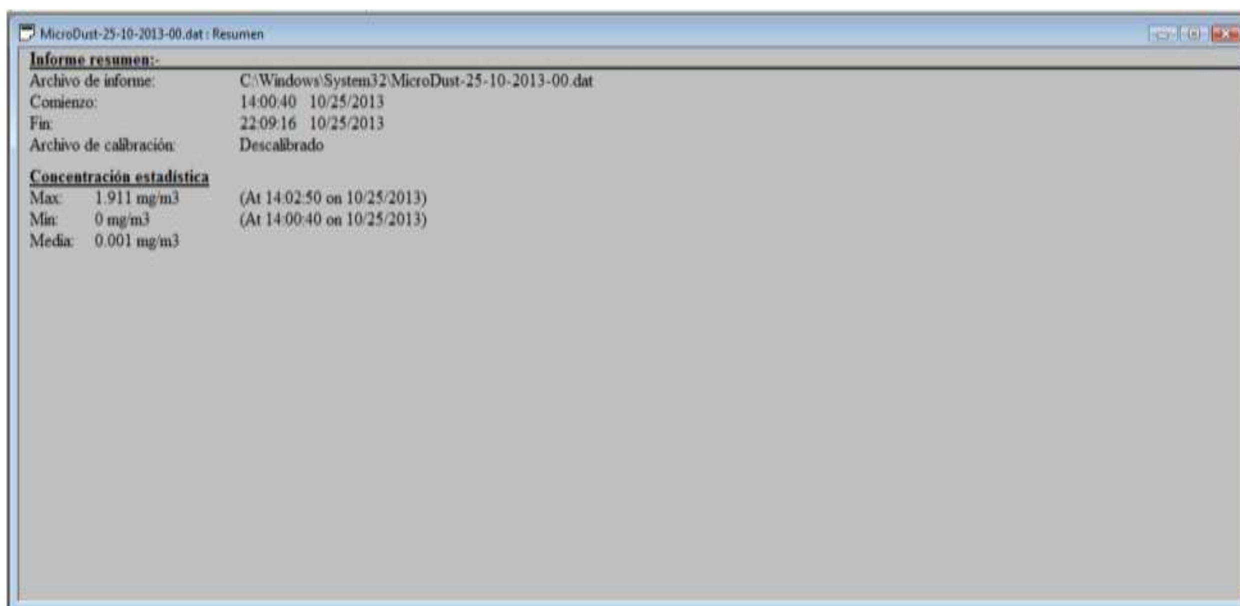
Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-24-10-2013-00.dat
Comienzo:	12:09:12 10/24/2013
Fin:	15:38:36 10/24/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

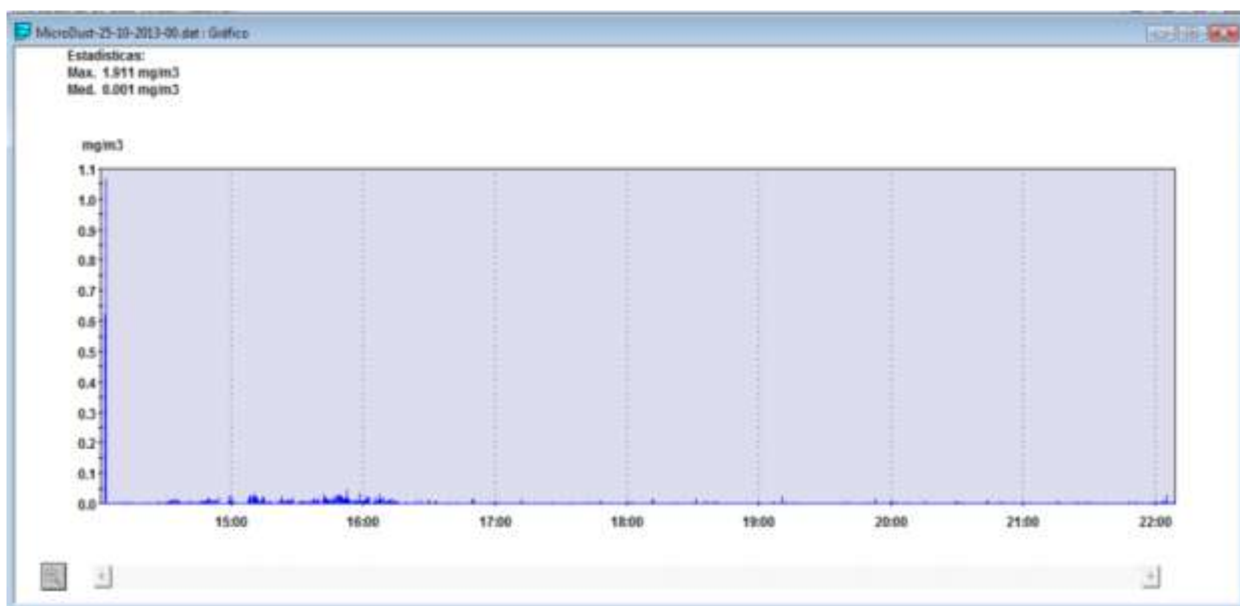
Concentración estadística

Max:	2.331 mg/m3	(At 12:14:36 on 10/24/2013)
Min:	0 mg/m3	(At 12:31:18 on 10/24/2013)
Media:	0.006 mg/m3	

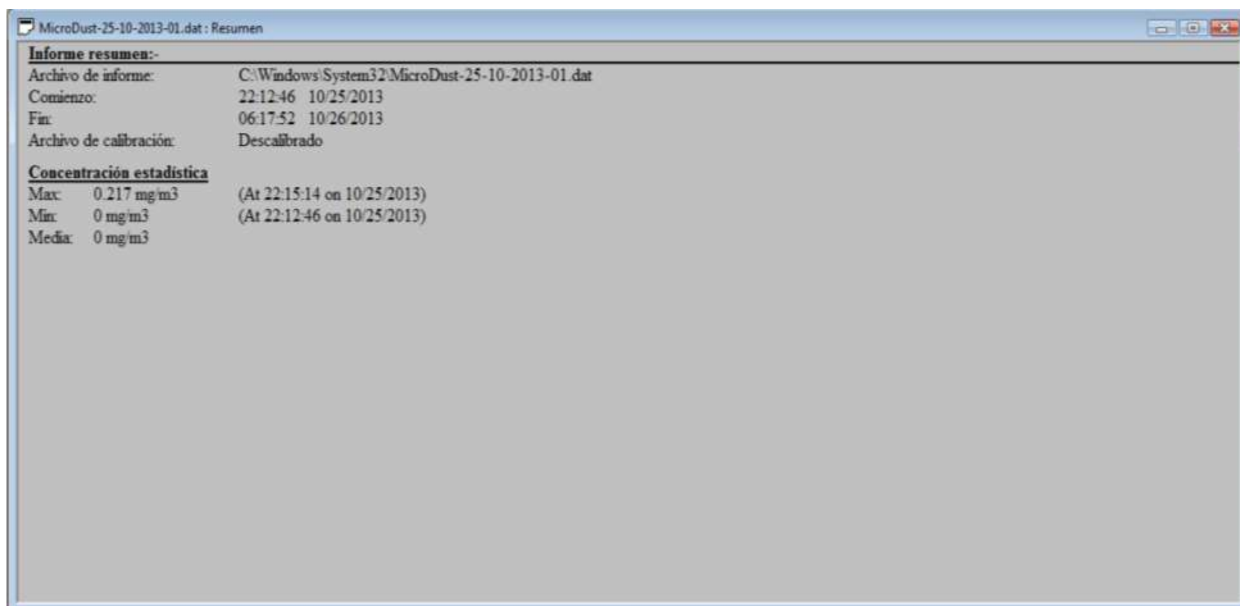
Resultado del monitoreo de PM_{10}– Ampliación de la Sub-estación eléctrica de Llano Sánchez

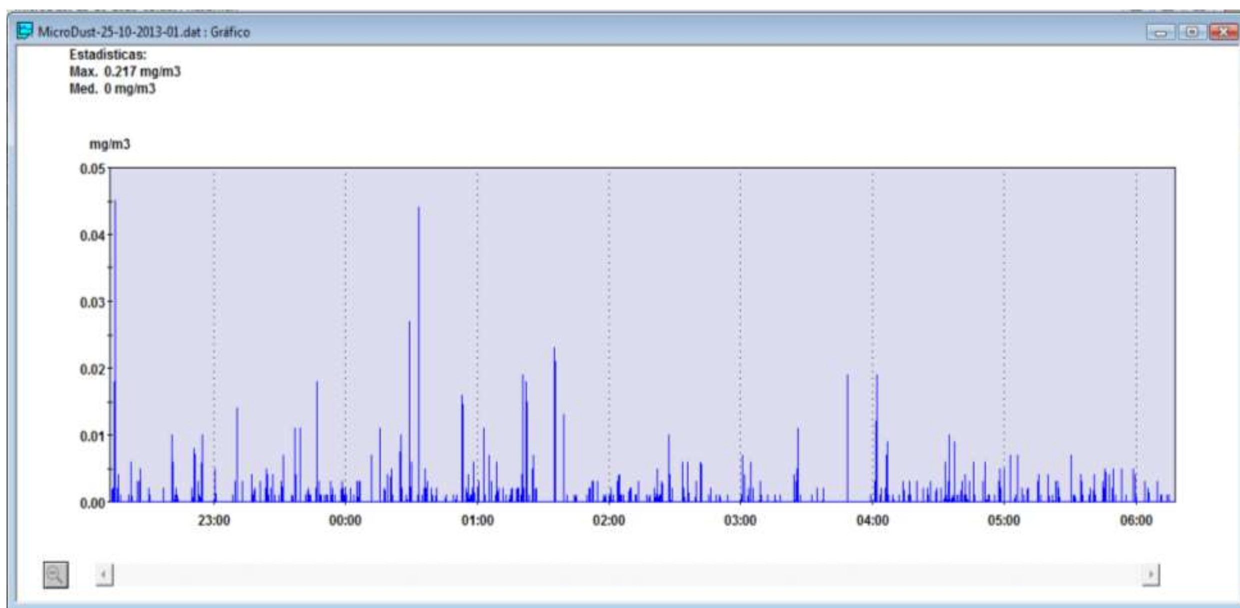
Primer Periodo



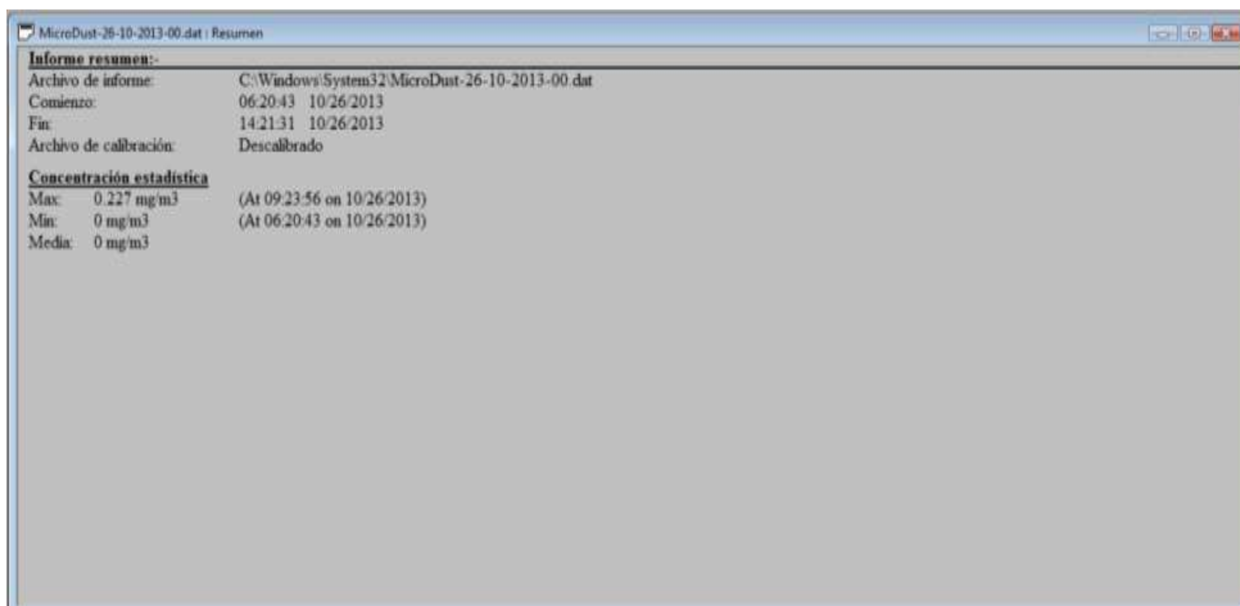


Segundo Periodo


MicroDust-25-10-2013-01.dat : Resumen
Informe resumen:-
Archivo de informe: C:\Windows\System32\MicroDust-25-10-2013-01.dat
Comienzo: 22:12:46 10/25/2013
Fin: 06:17:52 10/26/2013
Archivo de calibración: Descalibrado
Concentración estadística
Max: 0.217 mg/m3 (At 22:15:14 on 10/25/2013)
Min: 0 mg/m3 (At 22:12:46 on 10/25/2013)
Media: 0 mg/m3


MicroDust-25-10-2013-01.dat : Gráfico
Estadísticas:
Max. 0.217 mg/m3
Med. 0 mg/m3
mg/m3
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0.00
23:00
00:00
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00

Tercer Periodo

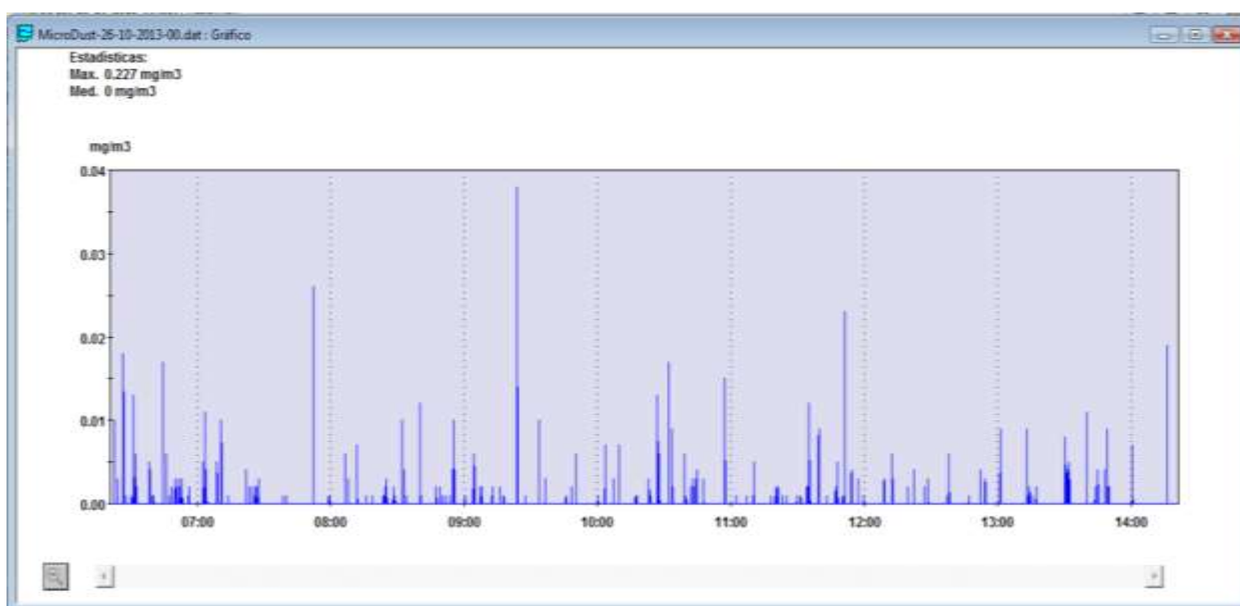

MicroDust-26-10-2013-00.dat : Resumen

Informe resumen:-

Archivo de informe:	C:\Windows\System32\MicroDust-26-10-2013-00.dat
Comienzo:	06:20:43 10/26/2013
Fin:	14:21:31 10/26/2013
Archivo de calibración:	Descalibrado

Concentración estadística

Max:	0.227 mg/m3	(At 09:23:56 on 10/26/2013)
Min:	0 mg/m3	(At 06:20:43 on 10/26/2013)
Media:	0 mg/m3	



Anexo 2

Índice ORAQI-ICAIRE

5.2 Índice de calidad del aire

Existen diversos índices que son capaces de medir la calidad ambiental del aire. **Estos índices agrupan diversos factores y concentraciones de contaminantes y son capaces, mediante un número, el indicarnos la calidad ambiental de la atmósfera.** Todos ellos evalúan las concentraciones de los contaminantes más importantes y frecuentes que podemos encontrar en la atmósfera.

Uno de los índices más importantes es el *Oack Ridge Air Quality Index* (ORAQI) que evalúa la concentración media de los cinco contaminantes principales: el dióxido de azufre (SO_2), las partículas en suspensión, el plomo (Pb), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (C_xH_y).

La concentración standard del ORAQI se refiere a un aire de una calidad media (de 0 a 100, un 50). En dicha concentración, los contaminantes toman los siguientes valores, en microgramos por metro cúbico (ug/m^3) :

contaminante	SO_2	*partículas*	NO_2	C_xH_y	CO	Pb
concentración (ug /m³)	*350*	*250*	*200*	*140*	*20.000*	*4*

Este índice puede generalizarse incluyendo otros productos contaminantes que podemos encontrarnos con facilidad. De esta manera, podremos definir un **índice de calidad del aire** (ICAIRE) mucho más general:

SO_2	*Part. en suspensión*	NO_2	C_xH_y	CO	*Part. sedimentales*	Pb	Cl_2	*Fluorados*	%
2.200	*1.800*	*1.000*	*800*	*60.000*	*1.800*	*40*	*275*	*120*	*0*
1.800	*1.400*	*900*	*650*	*55.000*	*1.400*	*30*	*250*	*100*	*10*
1.400	*1.000*	*750*	*500*	*50.000*	*1.000*	*20*	*175*	*80*	*20*
700	*600*	*600*	*350*	*40.000*	*750*	*15*	*125*	*60*	*30*
500	*400*	*350*	*250*	*30.000*	*500*	*10*	*75*	*40*	*40*
350	*250*	*200*	*140*	*20.000*	*300*	*4*	*50*	*20*	*50*
250	*200*	*150*	*100*	*15.000*	*200*	*3*	*30*	*15*	*60*
150	*150*	*100*	*75*	*10.000*	*150*	*2*	*20*	*10*	*70*
100	*100*	*50*	*50*	*5.000*	*100*	*1,5*	*10*	*5*	*80*
75	*50*	*25*	*25*	*2.500*	*50*	*1*	*5*	*2,5*	*90*
<50	*<25*	*<10*	*<10*	*<1.000*	*<25*	*<0,25*	*<2,5*	*<1*	*100*

Un aire de una extremada calidad (100%) tendría que tener los parámetros de la última fila de la tabla anterior. Desde que una de las concentraciones tome un valor relevante tendremos aire con una calidad no superior al valor porcentual correspondiente a dicha concentración. Es decir, una atmósfera con 4 ricrogramos por metro cúbico de Plomo nos dará un aire de calidad del 50%. Añadiremos que en la literatura existen índices que promedian todos los valores anteriores asignándoles un peso a cada uno de los contaminantes. Estos índices de calidad deberemos tomarlos en su justa medida ya que nos podemos encontrar con un aire de calidad promedio del 90% pero donde solo uno de los contaminantes a llegado a valores del 0% de calidad con serias amenazas de toxicidad.

Anexo 3

Certificados de calibración de los equipos

Certificados de Calibración de los Equipos de Medición de PM_{10}

CASELLA CEL

Certificate of Conformity and Calibration

Instrument Type:- **Microdust Pro (Standard Range: 0-2.5, 0-25, 0-250, 0-2500mg/m3)**
Serial Number **1079216**

Calibration Principle:-

Calibration is performed using ISO 12103 Pt1 A2 Fine test dust *(Natural ground mineral dust, predominantly silica, Arizona Road Dust equivalent, Particle size range 0.1 to 80 µm).*

A Wright Dust feeder system is used to inject and disperse calibration dust within a wind tunnel system. Particulate mass concentration is established using isokinetic sampling and gravimetric methods.

Test Conditions:- 23.5 °C, 60 %RH
Test Engineer:- C Tompkins
Date of Issue:- August 5, 2013

Equipment:-

Microbalance:- Cahn C-33 Sn 75811
Air Velocity Probe:- DA40 Vane Anemo. Sn 10060
Flow Meter:- BGI TriCal EQ10851

Calibration Results Summary:-

Applied Concentration	Indication	Error	
9.07 mg/m³	9.50	5%	*Target Error <15%*

Declaration of conformity:-

This test certificate confirms that the instrument specified above has been successfully tested to comply with the manufacturer's published specifications. Tests are performed using equipment traceable to national standards in accordance with Casella's ISO 9001:2008 quality procedures. This product is certified as being compliant to the requirements of the CE Directive.

Casella CEL (U.K.)
Regent House
Wolseley Road
Kempston
Bedford
MK42 7JY
Phone: +44 (0) 1234 844100
Fax:- +44(0) 1234 841490
E-mail: info@casellacel.com
Web: www.casellacel.com

Casella USA
17 Old Nashua Road #15
Amherst
NH 03031-2839
U.S.A.
Toll Free: +1 (800) 366 2966
Fax +1 (603) 672 8053
E-mail: info@casellaUSA.com
Web: www.casellaUSA.com

Casella España S.A.
Polígono Europolis
Calle C, nº4B
28230 Las Rozas - Madrid
Phone: + 34 91 640 75 19
Fax:- + 34 91 636 01 96
E-mail: online@casella-es.com
Web: www.casella-es.com

Page 1 of 1